

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04N 1/00

G03B 19/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98119738.8

[43]公开日 1999 年 4 月 21 日

[11]公开号 CN 1214591A

[22]申请日 98.9.29 [21]申请号 98119738.8

[30]优先权

[32]97.9.30 [33]JP [31]267544/97

[71]申请人 株式会社理光

地址 日本东京都

[72]发明人 青山光滋 白石贤二

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

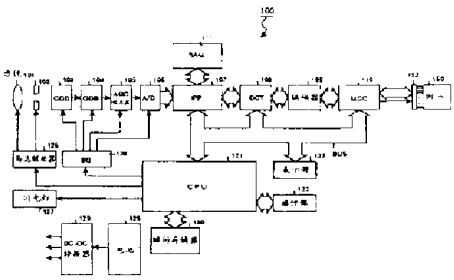
代理人 杨 梧

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 数字式照相机

[57]摘要

本发明涉及设有自动白平衡机能的数字式照相机，照相机 100 的 CCD103 将被照体光变换成电信号，A/D 变换器 106 将该彩色信号变换成数字彩色信号输出，IPP107 输出与上述信号各色成分亮度数据相对应的 AWB 评价值，CPU121 参照存储器 130 中各照明条件下的合适增益值，计算与 AWB 评价值对应的合适增益值，在白平衡调整部 1074 设定合适增益进行 AWB 调整，即使光源的色温度变化也能合适地再现白色。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种数字式照相机,设有将通过光学系统的被照体光变换成电信号作为彩色图像信号输出的摄像元件、将上述彩色图像信号作
5 A/D变换作为数字彩色图像信号输出的A/D变换装置;其特征在于,还设有:

白检测范围设定装置,用于设定作为白平衡调整对象的色温度范围;

AWB评价装置,对于上述数字彩色图像信号的各色成分(R G
10 B)输出与该各色成份的亮度数据相应的AWB评价值;

AWB调整装置,用于调整上述数字彩色图像信号中至少二种色的增益;

存储在若干种照明条件下的合适增益值的存储装置;

AWB控制装置,参照存储在上述存储装置中的合适增益值,在
15 由上述白检测范围设定装置设定的色温度范围内,计算与从上述AWB评价装置输出的AWB评价值对应的合适增益值,设定上述AWB调整装置的增益。

2.一种数字式照相机,设有将通过光学系统的被照体光变换成电信号作为彩色图像信号输出的摄像元件、将上述彩色图像信号作
20 A/D变换作为数字彩色图像信号输出的A/D变换装置;其特征在于,还设有:

白检测范围设定装置,用于设定作为白平衡调整对象的色温度范围;

检测亮度范围设定装置,用于设定AWB评价装置检测的亮度范
25 围;

AWB评价装置,在上述检测亮度范围设定装置设定的亮度范围内,输出与上述数字彩色图像信号的各色成分(R G B)的亮度数据

对应的 AWB 评价值：

AWB 调整装置，用于调整上述数字彩色图像信号中至少二种色的增益：

存储在若干种照明条件下的合适增益值的存储装置：

- 5 AWB 控制装置，参照存储在上述存储装置中的合适增益值，在由上述白检测范围设定装置设定的色温度范围内，计算与从上述 AWB 评价装置输出的 AWB 评价值对应的合适增益值，设定上述 AWB 调整装置的增益。

说明书

数字式照相机

5 本发明涉及数字式照相机，具体地说，涉及设有自动白平衡(Auto White Balance，以下简记为AWB)机能的数字式照相机。

10 以往，在数字式照相机中，为了获得高质量彩色图像，需要调整白平衡。若该白平衡崩溃的话，则当对白色被照体进行摄影时，其摄影图像会带上颜色，不仅如此，当对一般被照体进行摄影时，色再现性也差，难以得到高质量的再现图像。

 若光源色温度变化，白平衡就变化，所以，每当拍摄白色(或无彩色)被照体时，必须将作为数字式照相机摄影信号输出的三原色信号R、G、B的输出比调整为1:1:1。这叫白平衡调整，这种调整一般通过调整设在各色信号的传送线路上的可变增益电路进行。

15 但是，在以往的数字式照相机中，存在光源温度一变化就不能正确地再现白色的问题。

 本发明就是鉴于上述先有技术所存在的问题而提出来的，其目的在于，提供一种即使光源色温度变化也能正确地再现白色的数字式照相机。

20 为了实现上述目的，本发明提出一种数字式照相机，设有将通过光学系统的被照体光变换成电信号作为彩色图像信号输出的摄像元件、将上述彩色图像信号作A/D变换作为数字彩色图像信号输出的A/D变换装置；其特征在于，还设有：白检测范围设定装置，用于设定作为白平衡调整对象的色温度范围；AWB评价装置，对于上述数字彩色图像信号的各色成分(RGB)输出与该各色成份的亮度数据相应的AWB评价值；AWB调整装置，用于调整上述数字彩色图像信号中至少二种色的增益；存储在若干种照明条件下的合适增益值的存储装置；AWB控制装置，参照存储在上述存储装置中的合适增益值，

25

在由上述白检测范围设定装置设定的色温度范围内，计算与从上述 AWB 评价装置输出的 AWB 评价值对应的合适增益值，设定上述 AWB 调整装置的增益。

5 为了实现上述目的，本发明还提出另一种数字式照相机，设有将通过光学系统的被照体光变换成电信号作为彩色图像信号输出的摄像元件、将上述彩色图像信号作 A/D 变换作为数字彩色图像信号输出的 A/D 变换装置；其特征在于，还设有：白检测范围设定装置，用于设定作为白平衡调整对象的色温度范围；检测亮度范围设定装置，用于设定 AWB 评价装置检测的亮度范围；AWB 评价装置，在上述检测亮度范围设定装置设定的亮度范围内，输出与上述数字彩色图像信号的各色成分（RGB）的亮度数据对应的 AWB 评价值；AWB 调整装置，用于调整上述数字彩色图像信号中至少二种色的增益；存储在若干种照明条件下的合适增益值的存储装置；AWB 控制装置，参照存储在上述存储装置中的合适增益值，在由上述白检测范围设定装置设定的色温度范围内，计算与从上述 AWB 评价装置输出的 AWB 评价值对应的合适增益值，设定上述 AWB 调整装置的增益。

10

15

按照本发明的数字式照相机，即使光源的色温度有变化，也能正确地再现白色。按照本发明另一种型式的数字式照相机，除了上述效果之外，还能缩短运算时间。

20 附图简要说明如下：

图 1 是本发明实施例涉及的数字式照相机的构成图；

图 2 表示图 1 的 IPP 的具体构成一例；

图 3 是本发明实施例涉及的数字式照相机调整装置的外观构成图；

25 图 4 是本发明实施例涉及的数字式照相机调整系统构成图；

图 5 表示图 3 的计算机构成图；

图 6 表示 AWB 调整处理顺序的流程图；

图 7 是“表示菜单”图：

图 8 是“滤光片选择菜单”图。

下面参照附图，详细说明本发明涉及的数字式照相机的合适实施例。

- 5 本实施例中涉及的数字式照相机设有 AWB 调整机能，其中央处理器 (Central Processing Unit, 以下简记为 CPU) 作为 AWB 控制装置根据从图像信息预处理部(Image Pre-Processor, 以下简记为 IPP)的 AWB 调整值·白提取设定电路 (AWB 评价装置) 输出的 AWB 评价值，参照调整工序中已存入瞬间存储器 (flash memory)
- 10 中的各照明条件下的合适增益值，计算在设定的色温度范围内对应的合适增益值，在 IPP 的白平衡调整部 (AWB 调整装置) 设定上述算得的合适增益值，进行 AWB 控制。另外，数字式照相机调整装置根据各照明条件下从数字式照相机的 IPP 输出的 AWB 评价值，计算对应的合适增益。该合适增益被写入数字式照相机的瞬间存储器中。
- 15 在本说明书中，所谓数字式照相机调整系统是指包含上述数字式照相机和数字式照相机调整装置的系统。

先就本实施例的数字式照相机进行说明。

- 图 1 是本发明实施例涉及的数字式照相机构成图，在该图中， 1
- 0 0 表示数字式照相机，数字式照相机 1 0 0 由透镜 1 0 1、包含自
- 20 动调焦等的机械机构 1 0 2、电荷耦合器件 (Charge-Coupled Device, 以下简记为 CCD) 103、相关双重取样 (Correlate Dual Sampling, 以下简记为 CDS) 电路 1 0 4、可变增益放大器 (AGC 放大器) 1 0 5、A/D 变换器 1 0 6、IPP 1 0 7、离散余弦变换器 (Discrete Cosine Transform, 以下简记为 DCT) 1 0 8、编码器 (Huffman Encoder
- 25 /Decoder) 1 0 9、存储卡控制器 (Memory Card Controller, 以下简记为 MCC) 1 1 0、RAM (内部存储器) 1 1 1、PC 卡接口 1 1 2、 CPU 1 2 1、显示部 1 2 2、操作部 1 2 3、马达驱动器 1 2 5、控制信号产生 (SG) 部 1 2 6、闪光灯 1 2 7、电池 1 2 8、

DC-DC 转换器、瞬间存储器 1 3 0 构成。另外，通过 p c 卡接口 1 1 2 与可装离的 p c 卡 1 5 0 连接着。

透镜组件由透镜 1 0 1、包含自动调焦(AF)·光圈·滤光部的机械机构 1 0 2 等构成。机械机构 1 0 2 的机械快门使两半帧同时曝光。

- 5 CCD 1 0 3 通过透镜组件将输入镜像变换成电信号（模拟图像数据）。CDS 电路 1 0 4 是为了对 CCD 型摄像元件低杂音化的电路。

- 另外，AGC 放大器 1 0 5 对由 CDS 电路 1 0 4 作相关双重取样的信号电平进行补正。A/D 变换器 1 0 6 将通过 AGC 放大器输入的来自 CCD 1 0 3 的模拟图像数据变换成数字图像数据。即，CCD 1 0 3 的输出信号通过 CDS 电路 1 0 4 及 AGC 放大器 1 0 5，再由 A/D 变换器 1 0 6，以最合适取样频率（例如 NTSC 信号的副载波频率的整数倍）变换成数字信号。
- 10

- 另外，IPP 1 0 7、DCT 1 0 8、以及编码器 1 0 9 对由 A/D 变换器 1 0 6 输入的数字图像数据按色差(cb, cr) 和亮度(Y)进行各种处理，补正及图像压缩／伸长的数据处理。所谓图像压缩／伸长数据处理是指进行例如 JPEG 标准的图像压缩／伸长一过程的正交变换以及 JPEG 标准的图像压缩／伸长一过程的赫夫曼符号化·复号化。
- 15

MCC 1 1 0 是将被压缩处理的图像暂时存储，通过 PC 卡接口 1 1 2 往 PC 卡 1 5 0 记录，或从 PC 卡 1 5 0 读出。

- 20 CPU 1 2 1 根据存储在 ROM（没有图示）的程序将 RAM（没有图示）作为作业区域使用，按照来自操作部 1 2 3 的指示，或者按照没有图示的遥控器等外部动作指示，控制上述数字式照相机内部的全部动作。具体地说，CPU 1 2 1 控制照相动作、自动曝光(AE)动作、自动白平衡(AWB)调整动作、AF 动作等。CPU 1 2 1 根据来自数字式照相机调整装置 2 0 0 的计算机 2 0 7 的指令，可以设定 AE 机能、AWB 机能、AF 机能的通／断。
- 25

另外，照相机电源是从电池 1 2 8、例如镍镉、镍氢、锂电池等输入到 DC-DC 转换器 1 2 9，供给该数字式照相机内部。

显示部 1 2 2 通过液晶显示、二极管发光、电致发光等实现, 显示所摄影的数字图像数据、经伸长处理的记录图像数据, 同时, 在模式显示部将该数字式照相机状态等表示在画面上。操作部 1 2 3 设有用于从外部进行机能选择、摄影指示及其它各种设定的按钮。在瞬间存储器 1 3 0 中写入用于进行 AWB 调整的各照明条件下的合适增益值。

上述数字式照相机 1 0 0 设有将摄像而得的图像数据记录在 PC 卡 1 5 0 上的记录模式、显示上述记录在 PC 卡 1 5 0 上的图像的显示模式、与数字式照像机调整装置 2 0 0 协同将调整数据写入瞬间存储器 1 3 0 中的记录·调整模式等。

图 2 表示上述 IPP 1 0 7 具体构成一例, IPP 1 0 7 设有将从 A/D 变换器 1 0 6 输入的数字图像数据分离成三原色 R·G·B 各色成份的色分离部 1 0 7 1、插入所分离的 R·G·B 各图像数据的信号插入部 1 0 7 2、调整 R·G·B 各图像数据黑色信号电平の熄灭脉冲电平(Redestal)调整部 1 0 7 3、调整 R·B 各图像数据白色电平の白平衡调整部 1 0 7 4、以由 CPU 1 2 1 设定的增益对 R·G·B 各图像数据进行补正的数字增益调整部 1 0 7 5、进行 R·G·B 各图像数据的 r 变换の灰度系数变换部 1 0 7 6、将 R·G·B 各图像数据分离为色差信号(cb, cr) 和亮度信号(Y)の矩阵变换(matrix)部 1 0 7 7、以及根据色差信号(cb, cr) 和亮度信号(Y)制作视频信号输出到显示部 1 2 2 的视频信号处理部 1 0 7 8。

IPP 1 0 7 还设有检测由熄灭脉冲电平调整部 1 0 7 3 调整后的 R·G·B 各图像数据的亮度数据(Y)の Y 运算部 1 0 7 9、仅让在 Y 运算部检测而得的亮度数据(Y)の所定频率成份通过的 BPF 1 0 8 0、将与通过 BPF 1 0 8 0 的亮度数据(Y)对应的数字计数值作为 AF 评价值输出到 CPU 1 2 1 的 AF 评价值电路 1 0 8 1、将与经 Y 运算部 1 0 7 9 检测而得的亮度数据(Y)对应的数字计数值作为 AE 评价值输出到 CPU 1 2 1 的 AE 评价值电路 1 0 8 2、检测经数字增

益调整部 1 0 7 5 进行增益调整后的 R · G · B 各图像数据的亮度数据(Y)的 Y 运算部 1 0 8 3、将与经 Y 运算部 1 0 8 3 检测而得的亮度数据(Y)对应的数字计数值作为 AWB 评价值输出到 CPU 1 2 1 的 AWB 评价值电路 1 0 8 4、与 CPU 1 2 1 接口的 CPU I/F 1 0 8 5、
5 以及与 DCT 1 0 8 接口的 DCT I/F 1 0 8 6 等。

上述白平衡调整部 1 0 7 4 对于每个 R · B 设有乘法器 1 0 7 4 r、1 0 7 4 b。将 CPU 1 2 1 设定的 R · B 各增益数据分别与输入到各乘法器 1 0 7 4 r、1 0 7 4 b 的 R · B 图像数据进行乘法运算，调整图像数据的白平衡。并且、上述 AWB 评价值 · 白提取设定电路
10 1 0 8 4 的亮度范围（白检测区域）由 CPU 1 2 1 设定。

上述数字增益调整部 1 0 7 5 对于 R · G · B 各设有乘法器 1 0 7 5 r、1 0 7 5 g、1 0 7 5 b。将 CPU 1 2 1 设定的 R · G · B 各增益数据分别与输入到各乘法器 1 0 7 5 r、1 0 7 5 g、1 0 7 5 b 的图像数据进行乘法运算、调整 R · G · B 图像数据的信号电平。

15 下面说明上述数字式照相机 1 0 0 中涉及 AWB 控制的动作。
CPU 1 2 1 在设定作为白平衡调整对象的色温度范围（白检测区域）内参照存储在瞬间存储器 1 3 0 中的在各照明条件下的合适增益值计算与从 I P P 1 0 7 取入存储在 R A M 中的 AWB 评价值对应的合适增益。接着，CPU 1 2 1 对于摄像取入的图像数据分别乘以适当增益
20 在白平衡调整部 1 0 7 4 的 R 和 B 乘法器 1 0 7 4 r、1 0 7 4 b 进行乘法运算，调整图像数据的信号电平，进行 AWB 控制。

关于取入 AWB 评价值，有在通常摄影动作之前将 AWB 评价值存储在取入(预扫描) R A M 中，摄影时根据该 AWB 评价值进行 AWB 控制的方法，以及在通常摄影动作中将 AWB 评价值存储在取入 R A
25 M 中、当下次摄影时根据该已取入的 AWB 评价值进行 AWB 控制的方法，上述方法那一种都行。

在白平衡调整部 1 0 7 4 调整增益的虽然只有 R · B，但是本发明并不局限于此，可以调整 R · G · B 中至少二种组合的增益。

图 3 表示本实施例涉及的数字式照相机调整装置 200 的外观构成图。图 4 是由数字式照相机 100 和数字式照相机调整装置 200 构成的数字式照相机调整系统 300 的方框构成图。

图 3 和图 4 中表示的数字式照相机调整装置 200 设有：向数字式
5 照相机 100 供给电源的数字式照相机供给用电源 201，用于对数字式
照相机供给用电源 201 进行通用接口母线（General-Purpose Interface
Bus，以下简记为 GPIB）控制的适配器 202，显示用数字式照相机 100
所摄影的图像的监视器 203，以向量显示在数字式照相机 100 扫描的
彩色信号（RGB）的振幅和位相的向量显示器 204，观察监视器 203
10 的影像信号用的波形监视器 205，屏幕式灰色标度光源 206，对数字
式照相机 100 和上述检测器（向量显示器 204，波形监视器 205 等）
进行控制等的计算机 207，计算机 207 的显示装置，表示调整菜单等
的显示器 208，装在计算机 207 本体中的 GPIB I/F 209，固定
数字式照相机 100、进行数字式照相机供给用电源 201、RS-
15 232C、视频等信号连接的调整夹具本体 210，进行滤光片（W4、
C10、C4、W16 等）切换的滤光片切换装置 212，根据来自计算机
207 的指令控制滤光片切换装置 212 的滤光片切换的控制箱 211。
并且、用光源 206 和滤光片切换装置 212 构成照明装置。

图 5 表示上述计算机 207 的构成，其设有给予操作指示的输入
20 部 2071，控制计算机装置整体的 CPU 2072，存储使上述
2072 动作的各种控制程序的 ROM 2073，作为 CPU 2072
的工作区使用的 RAM 2074。

作为上述控制程序有例如用于将在各照明条件下的合适增益数据
等的调整数据写入数字式照相机 100 的瞬间存储器 130 中的调整
25 数据制作程序等。

下面参照图 6 所示流程图说明数字式照相机 100 和数字式照相机
调整装置 200 协同实行的 AWB 调整处理顺序。

在该 AWB 调整中，将屏幕式灰色标度设置在光源 206（51

00K)上, 通过在滤光片切换装置212切换不同特性滤光片(W4, C10, C4, W16等), 改变光源206的照明条件, 计算AWB调整数据。

5 先如图5所示, 将数字式照相机100装到数字式照相机调整装置200的夹具本体210上, 接通数字式照相机100和数字式照相机调整装置200的电源, 进行数字式照相机100和数字式照相机调整装置200的初期化处理(步骤S1, P1), 图7中的“表示菜单”显示在显示器208(步骤S2)。另外, 在数字式照相机100中设定调整·记录模式(步骤P2)。

10 接着, 若在数字式照相机调整装置200从显示器208的“表示菜单”画面(参照图7)选择AWB调整(步骤S3), 则显示图8所示“滤光片选择菜单”画面, 从该选择画面选择滤光片(步骤S4)。计算机207的CPU2072通过控制箱211将光源206的滤光片切换到所选择的滤光片(步骤S5)。

15 随后, 计算机207的CPU2072通过RS232C电缆向数字式照相机100的CPU121发送表示开始AWB调整的指令(步骤P3)。并且, 计数器K的值设定为初值“0”(步骤S7)。

20 数字式照相机100的CPU121接收到上述指令(步骤P3), 就在将AF机能和AE机能设为接通、AWB机能设为断开状态下, 在白平衡调整电路1074的乘法器1074r、1074b分别设定R、B增益初值, 进行摄影(步骤P4)。

25 摄影时, 从IPP的AWB评价电路1084向CPU121分别输出设定亮度范围(白检测区域)内的R、G、B的AWB评价, CPU121将这些R、G、B的AWB评价送向数字式照相机调整装置200的计算机207(步骤P5)。

计算机207的CPU2072接收到R、G、B的AWB评价, 就分别计算R、G、B的 ΣR 、 ΣG 、 ΣB (步骤S8)。接着, CPU

2072 计算 $\Sigma R / \Sigma G$, $\Sigma B / \Sigma G$ (步骤 S9), 将计数器 K 的值增加 1 (步骤 S10)。

随后, CPU 2072 判断 $\Sigma R / \Sigma G$ 和 $\Sigma B / \Sigma G$ 是否处于规定值 (1 附近) 内 (步骤 S11), 当 $\Sigma R / \Sigma G$ 和 $\Sigma B / \Sigma G$ 处于规定值
5 内场合, 将这时的 R、B 增益作为 AWB 调整增益, 送向数字式照相机的 CPU 121 (步骤 S12)。数字式照相机 100 的 CPU 121 接收到该 R 和 B 的 AWB 调整增益, 就存入瞬间存储器 130 中 (步骤 P6)。

另一方面, 在步骤 S11 中, 当 $\Sigma R / \Sigma G$ 和 $\Sigma B / \Sigma G$ 不处于规定值内场合, 则移到步骤 S13, 判断计数器 K 的值, 即调整次数是否比规定次数 N 多, 当 $K > N$ 时, 判断为数字式照相机或环境条件异常, 将该信息表示在显示器 208 上, 报知操作者 (步骤 S15)。

而当 K 不大于 N 时, 则移到步骤 S14, 变更 R、B 增益, 使得 $\Sigma R / \Sigma G$ 和 $\Sigma B / \Sigma G$ 成为 1 附近, 将计算而得的 R、B 增益以及
15 应再次摄影的指示送向数字式照相机的 CPU 2072 (步骤 S14)。数字式照相机 100 的 CPU 121 在白平衡调整电路 1074 的乘法器 1074 r、1074 b 设定算得的 R、B 增益, 进行摄影 (步骤 P4), 再次发送 AWB 评价值 (步骤 P5)。并且, 计算机的 CPU 2072 在分别计算 ΣR 、 ΣG 、 ΣB 之后 (步骤 S8), 计算 $\Sigma R / \Sigma$
20 G 、 $\Sigma B / \Sigma G$ (步骤 S9), 将计数器 k 的值增加 1 (步骤 S10), 以规定次数 N 为限, 反复上述处理 (步骤 S14、P4、P5、S8、S9、S10、S11、S13), 直到 $\Sigma R / \Sigma G$ 和 $\Sigma B / \Sigma G$ 成为上述规定值内。

对于各滤光片 W4、C10、C4、W16 进行上述处理 (步骤 S4—S14、P3—P6), 将各照明条件下的 AWB 调整增益存
25 入瞬间存储器 130 中。

在上述处理中, 当调整次数大于规定次数时, 判断为数字式照相机或环境条件异常, 并将该内容表示在显示器 208 上, 报知操作者。但是也可以设定为当调整时间超过所定时间时判断为数字式照相机或

环境条件异常。

如上所述，在本实施例的数字式照相机 100 中，CCD 103 将通过透镜组件 101 的被照体光变换成电信号，作为彩色图像信号输出，在 A/D 变换器 106 将该彩色图像信号作 A/D 变换，成为数字

5 彩色图像信号输出，IPP 107 输出与数字彩色图像信号的各色成分

(RGB) 的亮度数据相对应的 AWB 评价值，CPU 121 参照存储在瞬间存储器 130 中的各照明条件下的合适增益值，在设定的色温度范围内计算与从 IPP 107 输出的 AWB 评价值对应的合适增益值，在白平衡调整部 1074 设定上述算得的合适增益，进行 AWB 调整，

10 即使光源的色温度变化也能合适地再现白色。

另外，在本实施例的数字式照相机 100 中，CCD 103 将通过透镜组件 101 的被照体光变换成电信号，作为彩色图像信号输出，

在 A/D 变换器 106 将该彩色图像信号作 A/D 变换，成为数字彩色图像信号输出，IPP 107 输出在设定的亮度范围内与数字彩色图像

15 信号的各色成分 (RGB) 的亮度数据相对应的 AWB 评价值，CPU

121 参照存储在瞬间存储器 130 中的各照明条件下的合适增益值，在设定的色温度范围内计算与从 IPP 107 输出的 AWB 评价值对应的合适增益值，在白平衡调整部 1074 设定上述算得的合适增益，

进行 AWB 调整，即使光源的色温度变化也能合适地再现白色，且可

20 缩短运算时间。

图 1

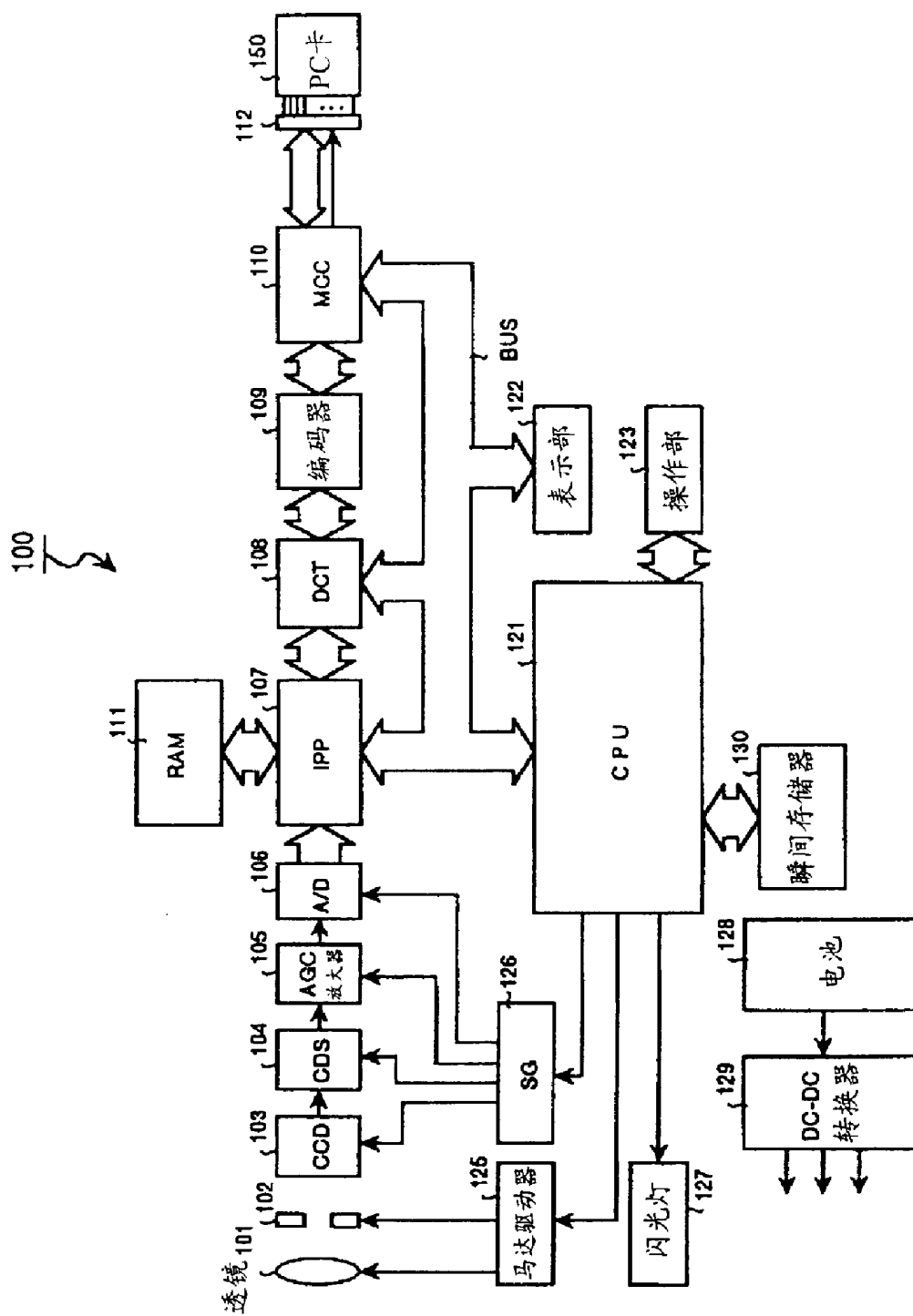


图 2

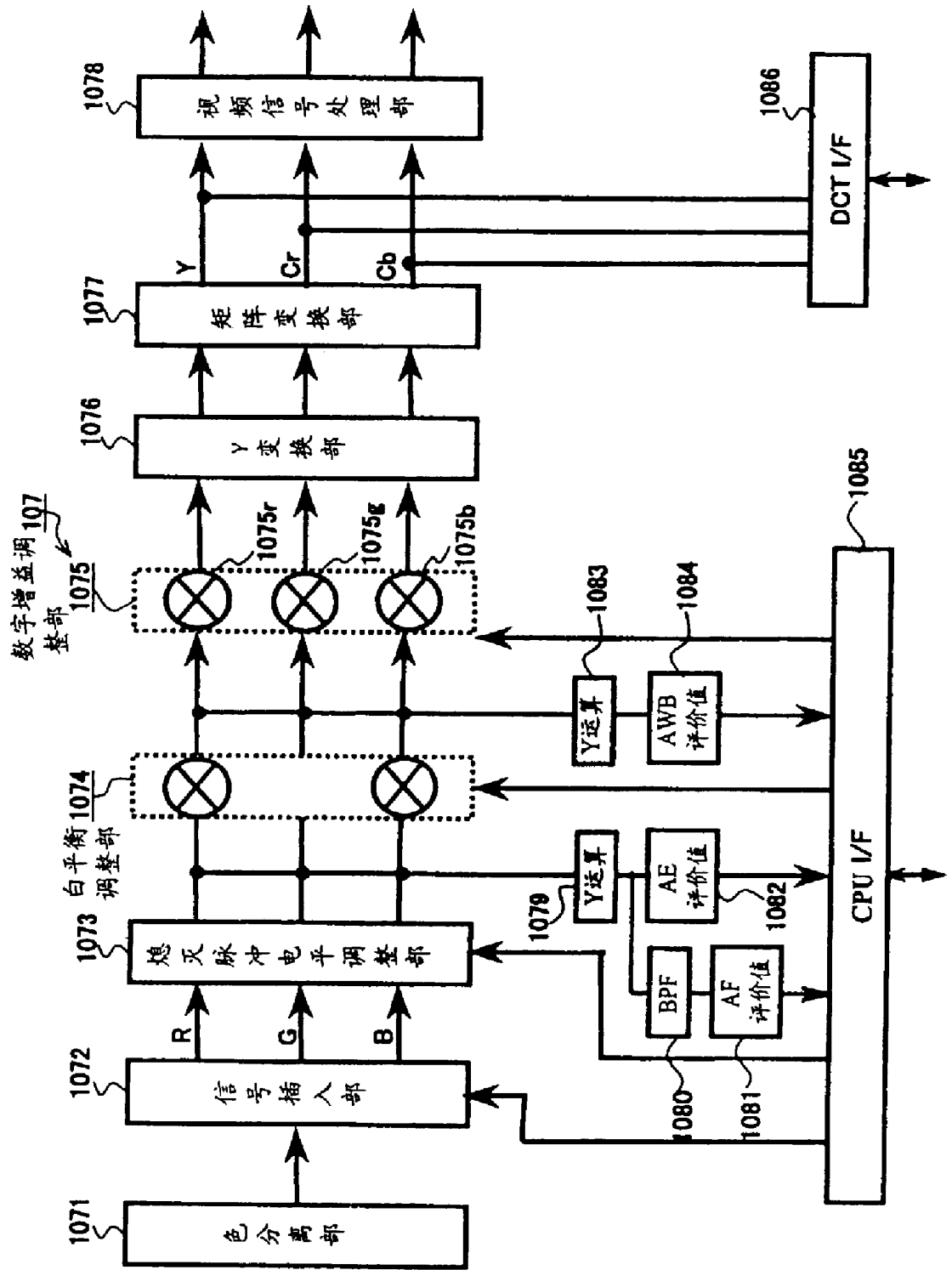
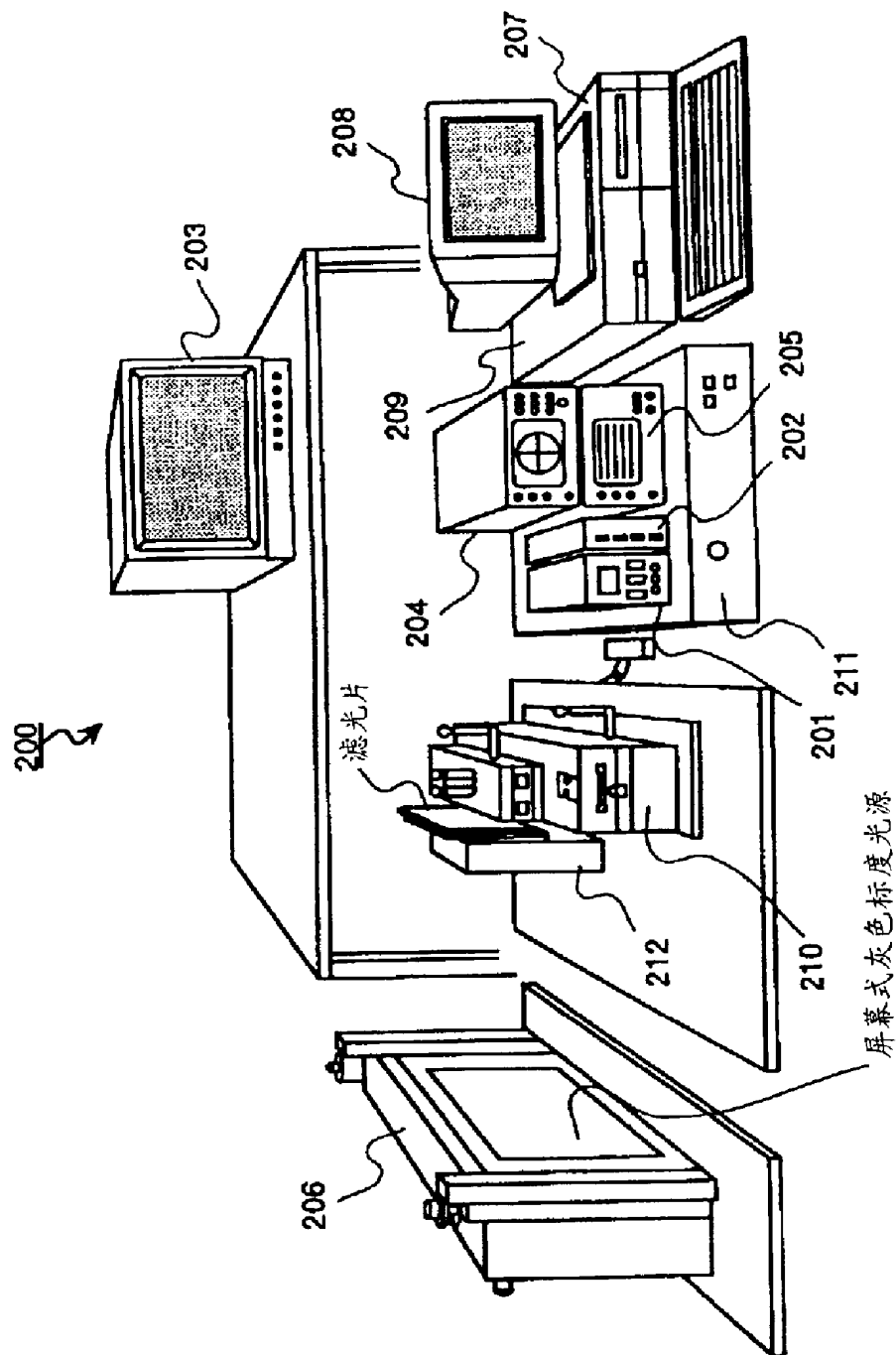


图 3



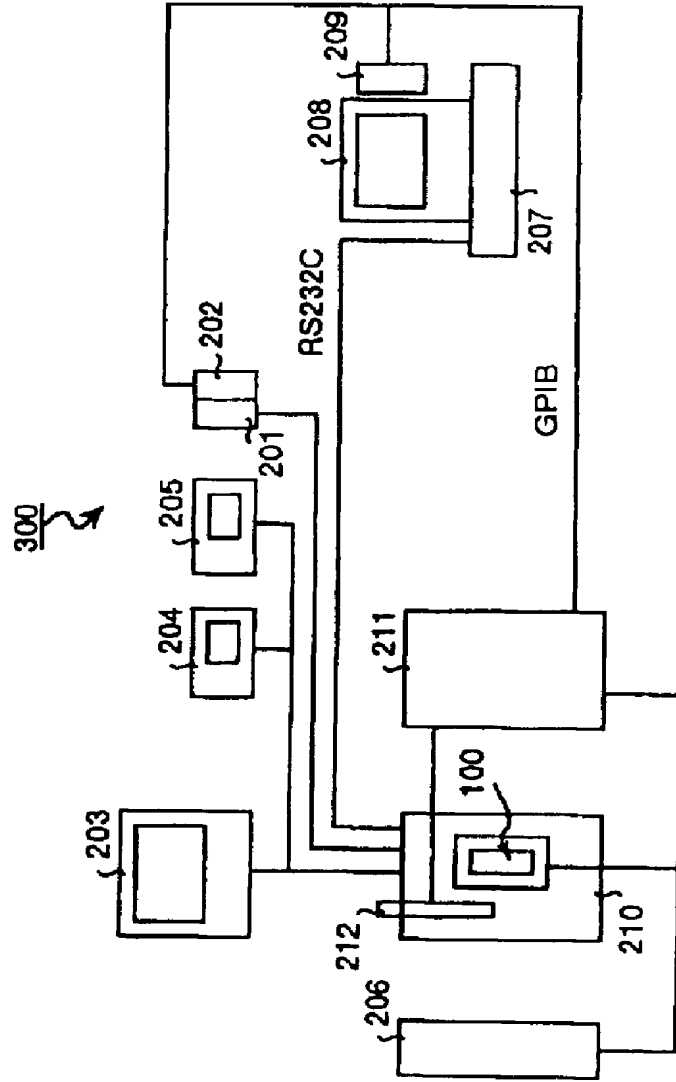


图 4

图 5

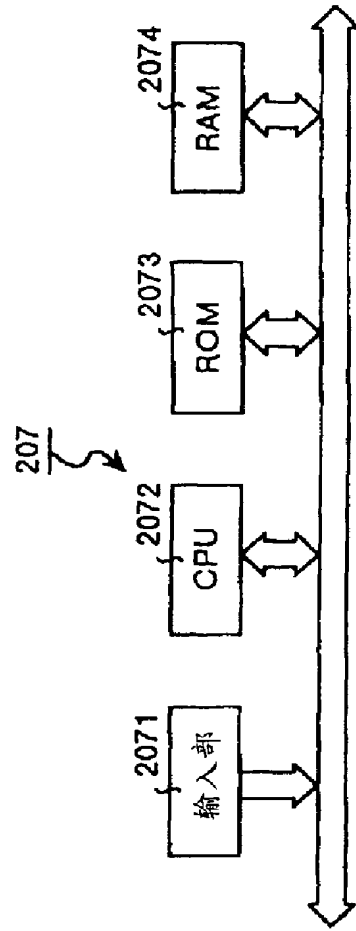


图 6

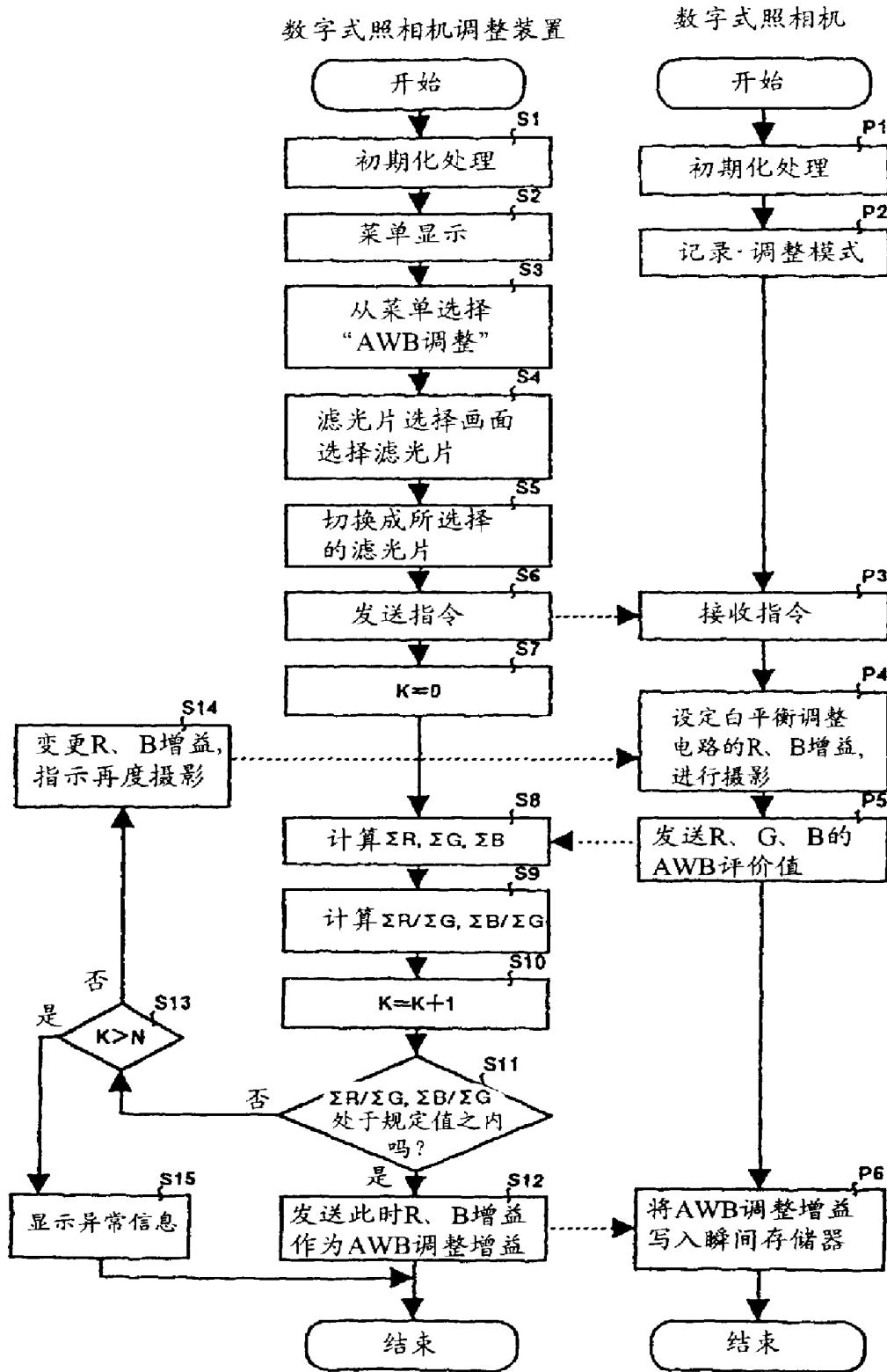


图 7

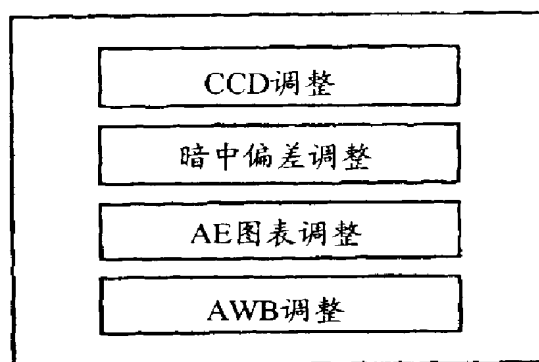


图 8

